

AUTOMATIC PLATE THICKNESS CONTROL DEVICE

Patent Number: JP62124011
Publication date: 1987-06-05
Inventor(s): MITSUNAKA TOSHIO
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: JP62124011
Application Number: JP19850261694 19851121
Priority Number(s):
IPC Classification: B21B37/12
EC Classification:
Equivalents: JP1961525C, JP6071614B

Abstract

PURPOSE: To improve the plate thickness accuracy by calculating a moving speed of a stock to be worked in the stand outlet side based on the law of conservation of mass and controlling roll rotating speeds in accordance with a difference between the calculated speed value and a detected plate speed in the outlet side.

CONSTITUTION: Thickness gages 7a and 7b are set in the inlet and outlet side of a stand 2 respectively and thickness setters 8 and 9, right and left plate speed detectors 6a and 6b, and a memory transferring device 12 are also installed. The thickness setters 8 and 9 set the right and the left target thickness and the gages 7a and 7b input the difference between the target thickness and a measured thickness into the device 12. The mechanism operates moving speeds of a stock 1 in the outlet side based on the law of conservation of mass and controls a speed of a roll stand 2 in accordance with the difference between the calculated plate speed and a detected value by the detector 6b in the outlet side. The plate thickness accuracy is improved because of the plate thickness control through mass comparison per unit time in the outlet and the inlet side of the stand 2.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-124011

⑬ Int.Cl.⁴
B 21 B 37/12

識別記号
1 1 1
B B H

庁内整理番号
7728-4E
7728-4E

⑭ 公開 昭和62年(1987)6月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 自動板厚制御装置

⑯ 特 願 昭60-261694

⑰ 出 願 昭60(1985)11月21日

⑱ 発 明 者 満 仲 俊 夫 日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大み
か工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰之 外2名

明 細 書

発明の名称 自動板厚制御装置

特許請求の範囲

1. 任意の圧延加工スタンドの入側および出側における被加工物の移動速度を検出する板速検出器と、

前記入側および出側における被加工物の厚みを検出する厚み検出器と、

前記入側における厚み検出値を定期的に取り込んで順次入力順に記憶し、前記板速検出器の検出信号に基づき前記被加工物の移動に追従して前記記憶内容をシフトして出力する記憶装置と、

前記板速検出器の検出値と前記厚み検出器の入側厚み検出値との相乗積を算出する第1の演算装置と、

前記出側の目標厚みを設定する厚み設定器と、

前記厚み設定器による目標厚み、前記第1の演算装置の演算結果および質量保存則から出側の被加工物の移動速度を算出する第2の演算装置と、

前記出側被加工物移動速度の算出値と前記出側

板速検出器による出側板速検出速度との差分を求める第3の演算装置と、

前記第3の演算装置の算出値に基づいて前記加工スタンドの回転駆動装置の回転速度を制御する速度制御装置と、

を備えたことを特徴とする自動板厚制御装置。

2. 特許請求の範囲第1項記載の装置において、前記第3の演算装置の算出値に基づいて、前記速度制御装置による回転速度制御が前記入側板速に及ぼす影響および当該入側板速が入側の張力に及ぼす影響を含む影響係数信号を制御出力として圧延機の巻戻機の張力制御装置に付与する制御器を備えたことを特徴とする自動板厚制御装置。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、圧延設備等の加工プロセスに係り、当該プロセスの成品厚みを自動的に制御する装置に関する。

〔従来の技術〕

圧延設備等の加工プロセスにおいては、その成



特開昭62-124011 (2)

品仕上がり厚みに対して、極めて厳しい精度が要求される。そのため、従来からいくつかの厚み制御装置が提案されてきた。これらの厚み制御装置は、以下に述べるごとく概ね三つの技術に大別される。ただし、説明の便宜上、以下の技術は圧延設備に限定して述べるが、他の類似技術に対しても同様である。

まず、第一の方法として、圧延機の出側に厚み計を備え、当該厚み計における検出値と、目標厚みとの偏差に比例した時間だけ、圧延機の圧下制御装置に対し圧下指令を付与し、その指令による効果が圧延機から前記厚み計まで被圧延材の移送にて伝達される移送時間だけ制御を休止して再び目標厚みとの偏差を求め、前記制御を繰り返す、いわゆるサンプリング自動板厚制御（以下、AGCと略記する）が古くからよく知られている。

次に、第二の方法として著名な制御が、ゲージメータAGCである。この方法は、特公昭29-2385号公報に開示されており、特に厚み変動を圧延機直下で圧延荷重の変化としてとらえること

第二の方式は、被圧延材の厚み変動を圧延荷重の変化として検出することから、圧延荷重計に高い精度が要求されるものの、一般に荷重計に対する精度は満足し得ない。また厚みへの換算した圧延機個々の弾性係数で、前記圧延荷重を除算する過程を有するが、この弾性係数は設定される圧延荷重の大小、圧延される被圧延材の板幅等によつて微妙に変化するため、AGCの精度達成のためには確実な方法とはなり得ないという欠点がある。加えて、圧延荷重として検出した厚み偏差の比例信号としての圧下指令信号は、圧下制御装置の固有の応答性能に依存し、事実上、ゲージメータAGCの応答性能は圧下制御装置の応答性能で規制されることもよく知られている。

また、第三の方法による制御においても、圧延機直下で発生される圧延機軸受部の油膜や、被圧延材とロール接触部分における摩擦係数の変化に起因する圧延荷重の変化等によつて引き起こされる厚み変動に対して別の対応手段が必要であり、また、この発生メカニズムが完全に解明されてい

から、サンプリングAGCにみられた移送むだ時間を全く考慮しなくてもよいという利点があり、サンプリングAGCの最大の欠点であつた連続制御を実現可能とした。

次に、第三の方法として、予測方式AGCが知られている（例えば、登録実用新案第1183239号）。この方法は、母材の有する厚み変化を圧延機入側の厚み計にて検出し、この検出値と目標厚みとの偏差を算出し、被圧延材の移送に同期して圧延直下でこの偏差を除去しようとするもので、被圧延材の厚み外乱の大部分が母材厚み変動であることから、優れたものであるとい得る。

〔発明が解決しようとする問題点〕

第一の方式は、前記の如く制御点（圧延機）と負帰還信号検出点（厚み計）との間に物理的距離が存在し、その結果、これが制御系を形成するに際し、著しく大きいむだ時間を含んだ系となり、追従制御や高い利得を有する高感度制御の実現には大きな障壁となり、現在はほとんど実用化されていない。

ないがゆえに、この補正も圧延速度に対するプログラムの圧下修正の形態をとることとなり、完全な板厚制御の達成には、なお不完全である。

本発明は、かかる従来技術の欠点を排除し、目標厚みに対する板厚偏差を限りなく零に近づけ得る自動制御装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

上記問題点を解決するために、本発明は、任意の圧延加工スタンド(2)の入側および出側における被加工物(1)の移動速度 ($V + \Delta V$, v) を検出する板速検出器 (6a, 6b) と、

前記入側および出側における被加工物の厚み ($H + \Delta H$, h) を検出する検出器 (7a, 7b) と、

前記入側における厚み検出値 ($H + \Delta H$) を定期的に取り込んで順次入力順に記憶し、前記板速検出器の検出信号に基づき前記被加工物の移動に追従して前記記憶内容をシフトして出力する記憶装置 (12) と、

前記板速検出器 (6a) の検出値 ($V + \Delta V$) と



特開昭62-124011 (3)

前記厚み検出器(7a)の入側厚み検出値($H+\Delta H$)との相乗積 $[(H+\Delta H)(V+\Delta V)]$ を算出する第1の演算装置(11)と、

前記出側の目標厚み(h)を設定する厚み設定器(8)と、

前記厚み設定器(8)による目標厚み(h)、前記第1の演算装置(11)の演算結果 $[(H+\Delta H)(V+\Delta V)]$ および質量保存則($HV=hv$)から出側の被加工物の移動速度(v_1)を算出する

$$[v_1 = \frac{(H+\Delta H)(V+\Delta V)}{h}]$$

第2の演算装置(13)と、

前記出側被加工物移動速度の算出値(v_1)と前記出側板速検出器による出側板速検出速度(v)との差分(v_1-v)を求める第3の演算装置(14)と、

前記第3の演算装置(14)の算出値(v_1-v)に基づいて前記加工スタンドの回転駆動装置(2d)の回転速度を制御する速度制御装置(2c)と、

を備えたことを特徴とするものである。

すなわち、本発明は、圧延過程における質量保

存則を適用してなるもので、その原理は、圧延機の入側質量速度は、同出側のそれに等価であることに由来する。

一般に、単蒸スタンドミルにおいては、ロールスタンドの出側および入側板厚をそれぞれh、H、被圧延材速度(以下、板速という)をv、Vとするとき、圧延における被圧延材の幅広がりは無視できるため、質量保存則から(1)式が成立する。

$$HV = hv \quad \dots\dots\dots (1)$$

いま、(1)式において、実測入側板厚を $H+\Delta H$ 、実測圧延速度を $V+\Delta V$ とすれば(ここに、 ΔH 、 ΔV は、それぞれ所望目標値HおよびVからの偏差の増分または減分を示す)、

$$(H+\Delta H)(V+\Delta V) = hv_1 \quad \dots (2)$$

が成立する。ここに、 v_1 は入側板厚Hおよび入側板速Vが変化しても、出側板厚をhに維持するに要する目標出側速度を示す。したがって、この(2)式を変形して、

$$v_1 = \frac{(H+\Delta H)(V+\Delta V)}{h} \quad \dots (3)$$

を得る。

さらに、(3)式において、目標出側速度 v_1 は、具体的にはロールスタンドの駆動装置(通常、自動速度制御装置〔以下、ASR〕と呼ばれるロールスタンドを常に所望の速度に一定化制御する装置が設けられる)を用いて修正する。

したがって、板厚の修正制御は、ロールバイト部と称する部分(被圧延材がロールに挟まれ、塑性変形する部分)で実行されるから、前記修正は実測測定点のロールスタンドへの到達を待つて正確に行うことが必要である。

このため、実測入側板厚($H+\Delta H$)を被圧延材の移送とともに、ロールスタンドへ移送されるようなトラッキング手段(装置)を備えることが前提条件となる。このトラッキング装置としては、前記実測値を記憶、シフトするための2以上の複数の記憶装置を用いる。その記憶装置内の記憶データのシフトまたはインデックス修飾(特定点の指標による追尾)は、ロールスタンドの入側に設けられた板速検出手段(装置)により、例えば一

定時間内のシフト量については、前記入側板速($V+\Delta V$)と当該時間の相乗積から、また一定距離毎のシフト量については、例えばプリセットオーバーフローカウンタ等の被測定対象の移送に対応したパルス発電機からの発信パルス列を受けて、当該パルスが予定数の到達をもつて認識することができる。

このように、ドラッキングした前記入側板厚実測値($H+\Delta H$)は、前記板速検出手段および板厚検出手段の有する応答遅れおよびロールスタンドASR系の応答遅れを見込んで前倒的に抽出され、しかるのち、入側板速検出手段の出力信号を($V+\Delta V$)とし、出側目標板厚をhとすると、($V+\Delta V$)/hとの相乗積をとり、既述(3)式で示す所要出側板速を求めて、ロールスタンドASR系の速度修正をすれば、被測定点が正確な所望厚みに修正することができる。具体的には、当該演算後、出側板速検出手段による実測速度vとの差分(v_1-v)を求め、当該偏差(差分)を、例えば比例積分制御等の制御装置を介してロール

スタンドA S Rへの補正信号として付与する。

このとき、ロールスタンドの速度の変化に伴って該スタンド入側板速 V が変化するため、A S Rへの補正信号出力と同時に、巻戻しリール張力制御装置へ当該速度変化 Δv_1 に伴う張力変化推定値 $(\partial T/\partial V)(\partial V/\partial \Delta v_1)$ を予め与え、巻戻し機とスタンド間張力の変化を通してA S Rへの補正出力時の入側板速への影響を非干渉化する。

さらに補足すれば、この過程において、A S Rの制御手段は上下ロールが等速制御されている場合には等速に、また異周速圧延が実施されている場合については、上下のいずれかのロール周辺を変更すればよいが、これらの間には制御信号を出力する際の制御係数(所望速度変化を得るに要する前記演算値との媒介係数)の違いが存在するのみであり、なんら本発明の本質を左右するものではない。

また、以上の記述は、全ての測定と演算とが正確無比に実行された場合について述べたが、一般には、何らかの測定誤差あるいは演算誤差が存在

する場合が極めて普通であり、この補正(主として、通常オフセットと呼ばれる目標値との差)のために、公知のロールスタンド出側厚み計出力偏差の積分値を用いて圧下制御装置への圧下制御指令を付与することも効果的である。

〔作用〕

このようにして、本発明によれば、常時、ロールスタンドの出側および入側での単位時間当りの質量比較を通してロールスタンド出側板厚を所望値に維持するから、加減速時に惹起されるロール軸受部油膜の厚み変化や、ロールバイト部の摩擦係数の変化に起因するロールスタンドでの厚み変化も抑制され、従来技術における加減速部の板厚精度の低下が発生せず、全長にわたって正確な所望の出側板厚が得られ、また演算過程において不確定要因の入りやすい先進率等を用いないため、演算精度の向上が図れる。

〔実施例〕

次に、本発明に係る自動板厚制御装置の実施例を図面に基づいて説明する。

図において、被圧延材1は矢印で示すごとく、左リール3 a、左デフロール4 a、ロールスタンド2(以下、スタンドと称する)、右デフロール4 bを介して圧延され、右リール3 bに巻き取られる。

スタンド2には、電動機2 dより圧延動力が供給されるが、この電動機2 dは、速度指令装置5からの指令と速度発電機2 eの帰還値の差分(偏差)の関数としてA S R 2 cにより制御される。なお、左右リール3 a、3 bについても、電動機によつて巻戻し力、巻取力を付与されるが、説明を簡単にするため、図示を省略した。

さて、圧延において、左右の目標厚みは、左厚み設定装置8および右厚み設定装置9にて設定され、それらの設定信号は、左右厚み計7 aおよび7 bに与えられる。厚み計7 a、7 bは、一般に、厚み設定装置8、9から付与される目標厚みと、実測厚みとの差分を出力するから、入側(図上、左)の実測厚みを認識するには、左厚み計7 aの出力信号と左厚み設定装置8の出力信号を加算器

10にて加算する。このデータサンプリングはタイミング装置16の制御下において実行されるが、スタンド2の入側における被圧延材1の一定長走行毎に実行しても制御の本質は左右されない。

さて、加算器10の出力信号は、シフトレジスタ等からなる記憶転送装置12の最左端アドレス0へ格納され、被圧延材1の移送とともに、スタンド2の入側板速検出器6 aの出力を受けて、記憶装置12のアドレスを順次図面上右方(アドレスn方向)へシフトする。

一方、厚み計7 a(通常、左右厚み計は同一仕様が選定され、一般には7 bも同様)およびA S R 2 cの応答時間の和と、圧延速度との積から、スタンド直下より先行して出力すべき距離相当量が得られるから、アドレスnから遡つて対応点に格納された記憶値を乗算器11へ出力する。乗算器11では、前記抽出記憶値と、当該タイミングにおける入側板速検出器6 a出力との相乗積をとつて除算器13へ出力する。除算器13では、乗算器11の出力値を被除数、出側厚み設定装置

9の出力を除数として、所望の出側板速値を算出する。以上の過程が既述(3)式の演算に対応する。

さて、除算器13の出力は減算器14に付与され、出側板速検出器6bの出力を減算し、ASR2cに付与すべき補正量を算出する。なお、15は比例積分要素などから構成される制御装置を示し、また19はロールスタンドASRが前記補正量を受けて速度を変更する際の入側板速の変動を抑制するための制御器で、影響係数からなる係数器等が備えられ、その制御出力は巻戻し機3aの張力制御装置18に付与される。ここで、前記制御器の影響係数にはASRへの制御出力 Δv_1 が入側板速 V に及ぼす影響 $(\partial V / \partial \Delta v_1)$ と、入側板速が入側張力に与える影響 $(\partial T / \partial V)$ の積をもつて定義し、この値を制御出力として補正制御する。

なお、この一連の出力過程においても、タイミング装置16の管理下にあることは、前記と同様である。

また、破線で示した出側厚み計7bの出力を積

このようにして、本発明によれば、常時、ロールスタンドの出側および入側での単位時間当りの質量比較を通してロールスタンド出側板厚を所望値に維持するから、加減速時に惹起されるロール軸受部油膜の厚み変化や、ロールバイト部の摩擦係数の変化に起因するロールスタンドでの変化も抑制され、従来技術における加減速部の板厚精度の低下が発生せず、全長にわたって正確な所望の出側板厚が得られ、目標厚みに対する板厚偏差を限りなく零に近づけることができる。

図面の簡単な説明

図は本発明に係る具体的一実施例を示すブロック図である。

1…被圧延材、2…ロールスタンド、2b…圧下制御装置、2c…自動速度制御装置(ASR)、2d…電動機、2e…速度発電機、3a、3b…左右リール、4a、4b…左右デフロール、5…指令装置、6a、6b…左右板速検出器、7a、7b…左右厚み計、8、9…左右厚み設定装置、10…加算器、11…乗算器、12…記憶転送装

分器17により積分して、圧下制御装置2bへ付与する手法は公知技術であり、出側厚みのオフセットを零にする目的から併用されることがある。また、本図は図上右方への圧延についてのみ示すが、逆転(左方への圧延)時は、スタンドを対称軸として、同様の構成で実現が可能となる。さらに、本実施例は、各制御要素を個別的に集積した実施形態を示すが、制御用計算機やマイコンなどへの置換は容易に推考可能であり、本発明をなんら制約するものではない。

また、入側および出側板速検出器6a、6bは、被圧延材1に接触したローラに係合したパルス発電機あるいは入側および出側デフロール4a、4bの駆動軸に結合したパルス発電機等の出力パルスを用いても同様の機能が達成できる。

本発明は、本実施例に示すごとく、既設の設備への増強更新が容易であり、また、その結果得られる大幅な厚み精度向上のゆえに、投資効果の期待が大である特長を有する。

〔発明の効果〕

置、13…除算器、14…減算器、15…制御装置、16…タイミング装置、17…積分器、18…巻戻し機張力制御装置、19…入側板速変動を抑制するための制御器。

代理人 弁理士 鶴沼辰之

